

Diehard Battery of Tests of Randomness // [Электронный ресурс]: <http://www.stat.fsu.edu/pub/diehard> 4.Statistical test suite Crypt-X // [Электронный ресурс]: <http://www.isi.qut.edu.au/resources/cryptx/> 5.Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Т.2. – М.: Мир, 1977. – 727 с. 6.Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть I. Критерии типа хи-квадрат 14.12.2001 // [Электронный ресурс]: <http://www.tcnti.ru/shop/catalog/index.php?docum=25096/> 7.Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 272 с. 8. Дорошенко С.А., Лубкин А.М., Рябко Б.Я., Фионов А.Н. Экспериментальный анализ шифра RC4 и потоковых шифров, выдвинутых на конкурс ESTREAM. – Новосибирск: Сибирский гос. ун-т телекоммуникаций и информатики // [Электронный ресурс]: <http://www.contrterror.tsure.ru/site/magazine8/05-14-Doroshenko.htm>

Поступила в редколлегию 31.07.2011

УДК 681.3:378.146

Н.О.РИЗУН, канд. техн. наук, доц., Днепропетровский университет экономики и права им. А. Нобеля

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОГО МНОГОУРОВНЕВОГО КОМПЛЕКСА ИНТЕНСИФИКАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ (АСПЕКТ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПОДСИСТЕМ)

Розроблено теоретичні основи математичної формалізації та синтезу часткових критеріїв підсистем науково-інноваційного багаторівневого комплексу інтенсифікації навчального процесу з використанням інформаційних технологій.

Ключові слова: інтенсифікація, навчальний процес, інформаційні технології.

Разработаны теоретические основы применения кибернетического подхода к математической формализации и синтеза частных критериев подсистем научно-инновационного многоуровневого комплекса интенсификации учебного процесса с использованием информационных технологий.

Ключевые слова: интенсификация, учебный процесс, информационные технологии.

Theoretical bases of the mathematical formalization and of synthesis of particular criteria subsystems of scientific and innovative multilevel complex of study process intensification with the use of information techniques are developed.

Key words: intensification, study process, information technique.

Введение

Всеобщая технологизация производства, бурный рост информационных и коммуникационных технологий, автоматизация интеллектуальных процедур – с одной стороны; динамичное развитие экономики и рост конкуренции, определяющие постоянную потребность в повышении профессиональной квалификации и переподготовке работников, росте их профессиональной мобильности – с другой, предъявляют новые требования к системе образования.

В этой связи одной из ключевых проблем совершенствования системы образования высшей школы в Украине продолжает оставаться интенсификация учебного процесса с использованием кибернетического подхода, позволяющего обобщить опыт автоматизации отдельных элементов учебного процесса с использованием средств моделирования, обратной связи, формализации и фиксации сигналов учебной информации, интегрируя их в разработку и

внедрение современных технологичных методологий обучения [1].

Постановка проблемы

Для обеспечения качества обучения и интенсификации учебного процесса в образовательном учреждении необходимо создать стабильный, надежно функционирующий научно-методический комплекс обучения, предполагающий совершенствование [2]:

1. *Содержательной части учебного процесса*, включающей: рациональный отбор и структуризацию учебного материала (УМ) с четким выделением иерархии основной базовой части, дополнительной, второстепенной информации; перераспределение учебного времени между самостоятельной и групповой работой студентов; возможность формирования индивидуальных траекторий обучения студентов.

2. *Методов и методологий обучения*, включающих: управляемый мониторинг (контроль, коррекцию результатов учебной деятельности, компьютерное тестирование); инструменты организации и управления коллективной и индивидуальной учебной деятельностью студентов; методики обеспечения высокой результативности обучения и равномерного продвижения всех обучаемых независимо от исходного уровня их знаний, индивидуальных способностей и формы обучения (дневной, заочной, вечерней).

3. *Технологий обучения* путем использования современных информационно-коммуникационных технологий и средств обучения, обеспечивающих автоматизированную организацию управляемого мониторинга (контроль, коррекция результатов учебной деятельности, компьютерное тестирование) и процессов информационно-методического обеспечения.

Анализ последних публикаций

В настоящее время существует множество разработок в области систем интенсификации учебного процесса (СИУП) с использованием кибернетического подхода:

1. СИУП поддержки лекционного курса: реализованные функции – гипертекстовое и гипермедиа системы организации лекционного сопровождения; необходимые функции – поддержка лекционного курса, обеспечивающего обратную связь (ОС) с обучаемыми в контексте методологии проведения адаптивных и индивидуализированных учебного процесса.

2. Тестовые и контролирующие СИУП: реализованные функции – реализация функции контроля усвоения знаний на различных этапах обучения (от текущего контроля до итоговой оценки готовности обучаемого); необходимые функции – использование тестового контроля как инструмента обратной связи, способствующего адаптации и индивидуализации УП.

3. Класс электронных учебников для самостоятельного изучения, справочные системы: реализованные функции – использование текстовых материалов, статических и динамических изображений, аудио- и видео фрагментов, контрольных заданий; необходимые функции – обеспечение формирования индивидуальных траекторий (индивидуализации) УП.

4. Интегрированные СИУП: научно-методологический комплекс системного использования всех видов СИУП.

Нерешенные части общей проблемы

Анализ существующих разработок позволил выявить следующие особенности:

1. Большинство разработок не имеет комплексного (интегрированного) характера и в основном направлено создание локальных систем интенсификации УП с использованием частных инструментов СИУП определенного типа.

2. Ряд существующих интегрированных СИУП не отвечают главным принципам классической технологии образования, а именно наличием следующих признаков: *научной концептуальности* и *системности целей* и содержания, инновационности процесса обучения – основной целью большинства систем является автоматизация существующих образовательных процессов, а не разработка научной концепции совершенствования УП; *оптимальной реализации человеческих и технических возможностей* – оптимизация достигается в основном опять же за счет автоматизации рутинных операций, а не за счет разработке и реализации интенсификационных методов обучения; *корректируемости* за счет наличия *оперативной и качественной ОС*, последовательно ориентированной на четко определенные цели – тестовый контроль знаний как инструмент ОС, во-первых, не всегда снабжен технологией контроля и анализа его качества, во-вторых, чаще всего используется только для фиксации и накопления информации об уровне знаний и умений обучаемых; *гарантированности результатов* – разрабатываемые системы не всегда способны гарантировать планируемый уровень знаний для студентов различных уровня подготовки и форм обучения.

3. Практически отсутствует обоснование состава и математическая формализация комплекса подсистем, включенных в СИУП, а также методология синтеза частных критериев подсистем.

Целью статьи является разработка теоретических основ применения кибернетического подхода к математической формализации и синтезу частных критериев подсистем научно-инновационного многоуровневого комплекса интенсификации учебного процесса (НИМК ИУП) с использованием информационных технологий (ИТ), обеспечивающих системное использование и интеграцию: 1) методов оптимизации, структуризации и взаимной скоррелированности содержательной части УП; 2) технологий качественного использования тестового контроля как механизма интенсификации УП; 3) современных адаптивных образовательных методологий индивидуализации процесса обучения; 4) унифицированных информационных образовательных систем, максимально адаптированных к существующей программно-технологической платформе ВУЗов Украины.

Постановка проблемы

С целью реализации системного подхода к разработке системы управления сложным объектом авторами был предложен интегральный алгоритм, в результате выполнения четырех этапов которого [3] обоснован состав и сформирована декомпозиционная иерархическая структура информационного взаимодействия и координации подсистем НИМК ИУП (рис. 1).

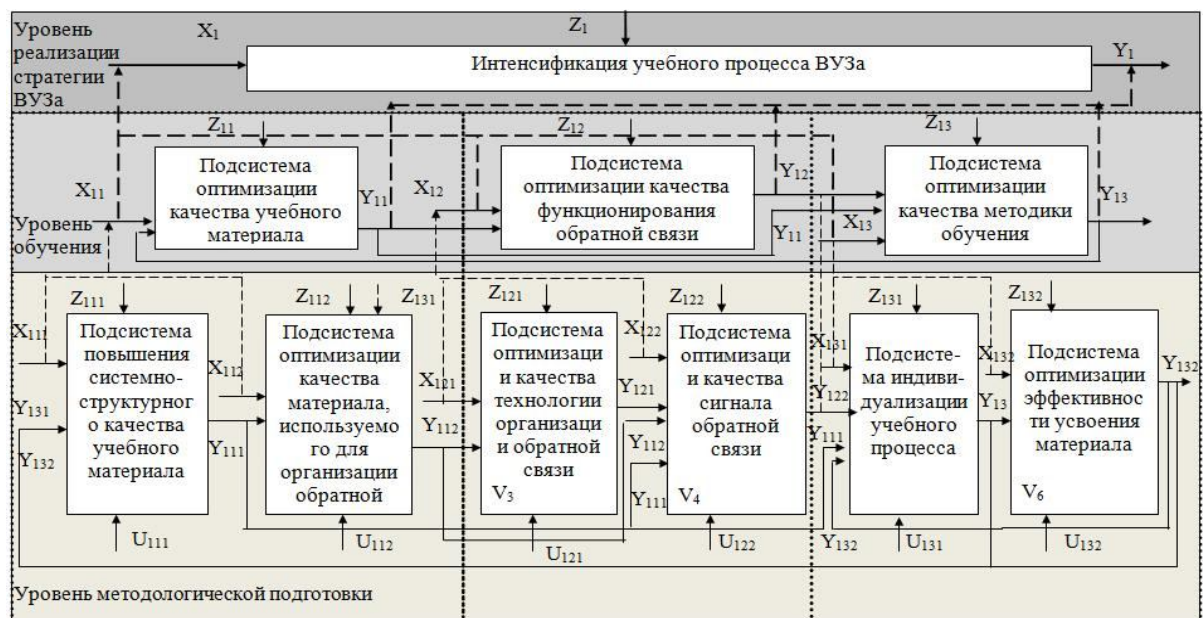


Рис.1. Иерархическая структура информационного взаимодействия и координации подсистемы НИМК ИУП с использованием ИТ

С целью совершенствования *содержательной части учебного процесса* на уровне методологической подготовки выделена подсистема V_1 "Повышения системно-структурного качества УМ", общая математическая формализация которой может быть записана в следующем виде:

$$f_{111}(X_{111}, Y_{111}, Z_{111}, U_{111}) \rightarrow \text{extr} \quad (1)$$

где $X_{111} = \{X_{111}^1, X_{111}^2, X_{111}^3\}$ – множество элементов вектора входной информации подсистемы V_1 ; $Y_{111} = \{Y_{111}^1, Y_{111}^2, Y_{111}^3\}$ – множество элементов вектора выходной информации подсистемы V_1 ; Z_{111} – множество элементов вектора критериев оптимальности подсистемы V_1 ; U_{111} – алгоритм управления подсистемой V_1 (таблица 1).

Таблица 1. Параметры системы управления подсистемой повышения системно-структурного качества УМ

Параметры	Обозначение	Название параметра системы управления
Входная информация X_{111}	X_{111}^1	Материал для самостоятельной работы
	X_{111}^2	Материал для лекционных занятий
	X_{111}^3	Тестовый материал
Выходная информация Y_{111}	Y_{111}^1	Конспект лекций для самостоятельной работы студентов
	Y_{111}^2	Слайд-конспект для лекционных занятий
	Y_{111}^3	Тестовый материал
Критерий оптимизации Z_{111}	K_{k1}^u	Структурированность
	K_{k2}^u	Полнота
	K_{k5}^u	Многовариантность
	K_{k6}^u	Коррелированность вариантов форм УМ
Алгоритм U_{111}	U_{111}	Эвристический алгоритм повышения системно-структурного качества УМ

Управление процессом функционирования данной подсистемы осуществляется с помощью разработанного эвристического алгоритма U_{111} повышения системно-структурного качества УМ, обеспечивающего максимизацию суммы взвешенных составляющих показателя качества формируемого УМ на этапе методологической подготовки УП:

$$Z_{111} = w_1 \cdot K_{k1}^u + w_2 \cdot K_{k2}^u + w_3 \cdot K_{k5}^u + w_4 \cdot K_{k6}^u \rightarrow \max \quad (2)$$

где w_1, w_2, w_3, w_4 – весовые коэффициенты значимости соответственно показателей:

а) *структурированности* (K_{k1}^u), предполагающей выполнение декомпозиции $\square_i (X_s)$ глубины s всех трех форм УМ – для самостоятельной и лекционной работы, а также тестового материала (ТМ):

$$\Phi_1(X_{111}^1) = F\{M_s^u(X_{111(1)}^1), M_s^u(X_{111(2)}^1), \dots, M_s^u(X_{111(m)}^1)\} = Y_{111}^1 \quad (3)$$

$$\Phi_2(X_{111}^2) = F\{M_L^u(X_{111(1)}^2), M_L^u(X_{111(2)}^2), \dots, M_L^u(X_{111(m)}^2)\} = Y_{111}^2 \quad (4)$$

$$\Phi_3(X_{111}^3) = F\{M_T^u(X_{111(1)}^3), M_T^u(X_{111(2)}^3), \dots, M_T^u(X_{111(m)}^3)\} = Y_{111}^3 \quad (5)$$

$$\text{причем, } \Phi_1(X_{111}^1) \sim \Phi_2(X_{111}^2) \sim \Phi_3(X_{111}^3). \quad (6)$$

б) *полноты* (K_{k2}^u), предполагающей максимальное отображение во всех трех формах УМ полного множества $|M|$ необходимых для изучения дисциплины структурных учебных элементов:

$$\begin{aligned} M_s^u(X_{111(1)}^1) \cup M_s^u(X_{111(2)}^1) \cup \dots \cup M_s^u(X_{111(m)}^1) &= M_L^u(X_{111(1)}^2) \cup M_L^u(X_{111(2)}^2) \cup \dots \cup M_L^u(X_{111(m)}^2) = \\ &= M_T^u(X_{111(1)}^3) \cup M_T^u(X_{111(2)}^3) \cup \dots \cup M_T^u(X_{111(m)}^3) = |M| \end{aligned} \quad (7)$$

в) *многовариантности* (K_{k5}^u), предполагающей подготовку УМ в нескольких формах – конспекта лекций для самостоятельного изучения Y_{111}^1 , слайд-конспекта лекций Y_{111}^2 и тестового материала Y_{111}^3 ;

г) *коррелированности* (ρ – корреляционный коэффициент) вариантов форм УМ и ТМ (K_{k6}^u):

$$\langle Y_{111}^1, Y_{111}^2, Y_{111}^3 \rangle = \rho. \quad (8)$$

Полученная в результате функционирования подсистемы V_1 совокупность тестовых заданий (ТЗ) Y_{111}^3 согласно классической теории тестирования должна подвергнуться процедуре оптимизации показателей качества (подсистема V_2):

$$f_{112}(X_{112}, Y_{112}, Z_{112}, U_{112}) \rightarrow \text{extr} \quad (9)$$

где $X_{112} = \{Y_{111}^3, X_{112}^1, X_{112}^2\}$ – множество элементов вектора входной информации подсистемы V_2 ; $Y_{112} = \{Y_{112}^1, Y_{112}^2, Y_{112}^3, Y_{112}^4\}$ – множество элементов вектора выходной информации подсистемы V_2 ; $Z_{112} = \{Z_{112}^1, Z_{112}^2\}$ – множество элементов вектора критериев оптимальности подсистемы V_2 ; U_{112} – алгоритм управления подсистемой V_2 (таблица 2).

Таблица 2. Параметры системы управления подсистемой оптимизации качества материала, используемого для организации обратной связи

Параметры	Обозначение	Название параметра системы управления
1	2	3
Входная информация	Y_{111}^3	Тестовый материал
	X_{112}^1	Уровень сложности ТЗ

X_{112}	X_{112}^2	Эталонное время выполнения ТЗ различной сложности
-----------	-------------	---

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Выходная информация Y_{112}	Y_{112}^1	Переработанные вопросы ТЗ
	Y_{112}^2	Переработанные уровни сложности ТЗ
	Y_{112}^3	Переработанное эталонное время выполнения ТЗ различной сложности
	Y_{112}^4	Фактическое время выполнения ТЗ различной сложности
Критерий оптимизации Z_{112}	K_{k1}^o	Надежность
	K_{k2}^o	Валидность
	K_{k3}^o	Дифференцирующая способность
	E_{k8}^I	Экономия времени
Алгоритм U_{112}	U_{112}^1	Алгоритм экспресс-анализа качества ТМ
	U_{112}^2	Эвристический алгоритм расширенного анализа качества ТМ

Управление процессом функционирования данной подсистемы осуществляется с помощью разработанных авторами алгоритмов $U_{112} = \{U_{112}^1, U_{112}^2\}$ совершенствования организации обратной связи на этапе методологической подготовки УП:

1. Алгоритма *экспресс-анализа* качества тестового материала U_{112}^1 , применяемого на начальных этапах использования тестового материала (ТМ), характеризующегося недостатком статистического материала и обеспечивающего оптимизацию суммы взвешенных составляющих показателя качества УМ,

$$Z_{112}^1 = w_5 \cdot K_{k1}^o + w_6 \cdot K_{k2}^o + w_7 \cdot K_{k3}^o + w_8 \cdot E_{k8}^I \rightarrow extr, \quad (10)$$

путем:

а. Снижения *трудоемкости* E_{k8}^I *процесса* формирования полной корреляционной матрицы результатов тестирования по указанному УМ путем формализации методологии ее поэтапного гарантированного ($p=1$) получение из двух неполных матриц – результатов предварительного и контрольного тестирования в рамках одного учебного занятия (методы обработки – $M_{s1}^o \square M_{s2}^o$):

$$MATR = MATR_p \cup MATR_K, \quad (11)$$

причем:

– общее суммарное количество тестовых заданий K , полученных каждым лицом на этапах предварительного (KOL_p) и контрольного (KOL_K) тестирования, равно сумме элементов ТМ, который отобран для рассмотрения на запланированном учебном занятии Y_{111}^3 :

$$KOL_p + KOL_K = K \quad (12)$$

– каждый обучающийся в процессе прохождения этапов предварительного и контрольного тестирования получает в случайном порядке все вопросы ТМ без повторов Y_{111}^3 :

$$Y_{111_P}^3 \subset Y_{111}^3, Y_{111_K}^3 \subset Y_{111}^3 \quad (13)$$

$$Y_{111_P}^3 \cup Y_{111_K}^3 \cup Y_{111}^3 \quad (14)$$

$$Y_{111_P}^3 \cap Y_{111_K}^3 = \emptyset \quad (15)$$

б. Повышения *качества* K_{k1}^o , K_{k2}^o , K_{k3}^o ТМ путем обоснования целесообразности применения методики экспертной оценки M_{s4}^o качества ТМ с учетом дополнительных динамических показателей R_{s4}^o контроля изменение знаний в реальном масштабе времени, состоящей в:

– сравнении показателей полной корреляционной экспресс-матрицы KOR и динамических корреляционных экспресс-матриц-столбцов результатов предыдущего KOR_p и контрольного тестирования KOR_K ;

– формировании по результатам сравнения экспертной оценки списка тестовых заданий (ТЗ), вызывающих сомнение с точки зрения их качества:

$$EO_1 = \langle EO_GR_1, EO_EZ_1 \rangle, \quad (16)$$

где EO_GR_1 – лингвистическая переменная, принимающая одно из следующих значений: $EO_GR_1 = \{\text{Нет роста знаний, Снижение знаний, Резкий "всплеск" знаний}\}$; EO_EZ_2 – экспертное заключение о принятии последующих решений по корректировке ТЗ.

2. Эвристического алгоритма анализа качества ТМ U_{112}^2 [4, 5] на основании показателя *фактической скорости* выполнения ТЗ различной сложности, применяемого на этапе полноценного расширенного анализа и обеспечивающего максимизацию суммы взвешенных составляющих показателя качества ТМ,

$$Z_{112}^2 = w_9 \cdot K_{k1}^o + w_{10} \cdot K_{k2}^o + w_{11} \cdot K_{k3}^o \rightarrow \max, \quad (17)$$

путем повышения:

а) *дифференцирующей* способности теста K_{k3}^o за счет разработки и реализации алгоритма M_{s4}^o , M_{s3}^o идентификации уровня сложности Ψ ТЗ:

$$\Psi(Y_{111}^3) = \Psi\{M_T^u(Y_{111(1)}^3), M_T^u(Y_{111(2)}^3), \dots, M_T^u(Y_{111(m)}^3)\} \quad (18)$$

б) *качества* ТМ K_{k1}^o , K_{k2}^o , K_{k3}^o за счет разработки и формализации:

– эвристического алгоритма M_{s2}^o , M_{s3}^o расширенного анализа качества ТМ на основании показателя *фактической скорости* Y_{112}^4 выполнения ТЗ различного уровня сложности:

if $Low_F(\%) \leq Low_N(\%)$ and $High_F(\%) \geq High_N(\%)$, then $PROBLEM_v = -1$,

if $High_F(\%) \leq Low_N(\%)$ and $Low_F(\%) \geq High_N(\%)$, then $PROBLEM_v = +1$, (19)

else $PROBLEM_v = 0$

где $Low_F(\%)$ и $High_F(\%)$ – соответственно процент тестируемых, скорость выполнения которыми *i-го* ТЗ соответственно ниже (или превышает) нормативную Y_{112}^3 ; $Low_N(\%)$ и $High_N(\%)$ – экспертно установленная соответственно верхняя и нижняя нормы значений $Low_F(\%)$ и $High_F(\%)$.

–статистической M_{s1}^o , эвристической M_{s2}^o и экспертной M_{s4}^o процедуры переработки ТМ, позволяющей установить причины и пути устранения "проблемности" вопросов EO_2 :

$$- EO_2 = \langle EO_GR_2, EO_EZ_2 \rangle, \quad (20)$$

где EO_GR_2 – лингвистическая переменная, принимающая одно из следующих значений: $EO_GR_2 = \{\text{Завышенная сложность вопроса, Заниженная сложность вопроса}\}$; EO_EZ_2 – экспертное заключение о принятии последующих решений по корректировке ТЗ.

Наличие качественного ТМ $Y_{112}^1, Y_{112}^2, Y_{112}^3$ служит исходным материалом для разработки элементов *управляемого мониторинга* – подсистемы "Оптимизации качества технологии организации ОС (методики тестового контроля)" V_3 , которая в математической форме может быть записана в следующем виде:

$$f_{121}(X_{121}, Y_{121}, Z_{121}, U_{121}) \rightarrow extr \quad (21)$$

где

$X_{121} = \{Y_{112}^1, Y_{112}^2, X_{121}^1, X_{121}^2\}$ – множество элементов вектора входной информации подсистемы V_3 ; $Y_{121} = \{Y_{121}^1, Y_{121}^2, Y_{121}^3, Y_{121}^4\}$ – множество элементов вектора выходной информации подсистемы V_3 ; Z_{121} – множество элементов вектора критериев оптимальности подсистемы V_3 ; U_{121} – алгоритм управления подсистемой V_3 (таблица 3).

Таблица 3. Параметры системы управления подсистемой оптимизации качества технологии организации ОС (методики тестового контроля)

Параметры	Обозначение	Название параметра системы управления
Входная информация X_{121}	Y_{112}^1	Вопросы ТЗ
	Y_{112}^2	Уровни сложности ТЗ
	X_{121}^1	Степень сложности различных типов ТЗ
	X_{121}^2	Граничный процент правильных ответов на ТЗ в зависимости от степени сложности
Выходная информация Y_{121}	Y_{121}^1	Информация о правильных (неправильных) ответах студента
	Y_{121}^2	Информация о фактическом времени, потраченном на правильные ответы
	Y_{121}^3	Фактический процент правильных ответов на ТЗ в зависимости от степени сложности
	Y_{121}^4	Количество пройденных уровней сложности ТЗ
Критерий оптимизации Z_{121}	K_{k3}^T	Адаптивность
	K_{k4}^T	Эффективность использования ресурсов
	K_{k5}^T	Многовариантность
	K_{k6}^T	Демократичность
	E_{k7}^I	Экономия времени
Алгоритм U_{121}	U_{121}	Адаптивная методика проведения тестового контроля знаний студентов

Управление процессом решения данной подсистемы осуществляется с помощью разработанной адаптивной методики проведения тестового контроля знаний студентов U_{121} [6], обеспечивающей максимизацию суммы взвешенных составляющих показателя качества технологии организации методики промежуточного I_{z2}^o и итогового I_{z1}^o тестового контроля на этапе

методологической подготовки УП:

$$Z_{121} = w_{11} \cdot K_{k3}^T + w_{12} \cdot K_{k4}^T + w_{13} \cdot K_{k5}^T + w_{14} \cdot K_{k6}^T + w_{15} \cdot E_{k8}^I \rightarrow extr \quad (22)$$

а) Оптимизации показателя *демократичности* K_{k6}^T и *многовариантности* K_{k5}^T организации тестового сеанса за счет разработки и реализации принципов: определения степени сложности $X_{122}^1(t)$ в зависимости от значения вероятности угадывания P_i^u для ТЗ разных типов (t); последовательной подачи ТЗ разных типов в порядке уменьшения уровня сложности;

б) Оптимизации показателя *адаптивности* K_{k3}^T , *эффективности* использования ресурсов K_{k4}^T и *экономии* времени E_{k8}^I за счет разработки и реализации:

– алгоритма определения последовательности подачи ТЗ, состоящего в определении необходимости перехода на следующий уровень тестирования при условии превышения значения показателя граничного процента $X_{122}^2(t)$ для заданий определенного уровня над значением показателя фактического процента $Y_{122}^3(t)$ правильных ответов на ТЗ текущего уровня, а в противоположном случае – прерывания тестового сеанса;

$$\lambda = \begin{cases} 0, \text{ if } Y_{122}^3(t) < X_{122}^2(t) \Rightarrow S_i \xrightarrow{\text{переход}} X_{122}^1(t) = X_{122}^1(t-1) \\ 1, \text{ if } Y_{122}^3(t) \geq X_{122}^2(t) \Rightarrow \begin{cases} S_i \xrightarrow{\text{прекращение т тестов о сеанса}} \\ R_{s8}^o = 5 - X_{122}^1(t) \end{cases} \end{cases} \quad (23)$$

– правила достаточности χ прохождения студентом в процессе компьютерного тестирования определенного количества типов ТЗ, которое зависит от фактически установленного в процессе тестирования уровня знаний и умений каждого отдельного студента:

$$UR = \langle R_{s8}^o, EO_U \rangle, \quad (24)$$

где R_{s8}^o – количество пройденных уровней сложности типов ТЗ; EO_U – экспертное заключение (рейтинг, статус) об уровне устойчивости знаний студента; EO_EZ_2 – экспертное заключение о принятии последующих решений по корректировке ТЗ.

Качественный ТМ $Y_{112}^1, Y_{112}^2, Y_{112}^3$ и оптимально организованная процедура проведения тестового сеанса U_{121} служит основой для разработки и формализации подсистемы "Оптимизации качества сигнала ОС (идентификации результатов контроля знаний)", которая в математической форме может быть записана в следующем виде:

$$f_{122}(X_{122}, Y_{122}, Z_{122}, U_{122}) \rightarrow extr \quad (25)$$

где $X_{122} = \{Y_{121}^1, Y_{121}^2, Y_{121}^3, X_{122}^1, Y_{112}^3\}$ – множество элементов вектора входной информации подсистемы V_4 ; Y_{122} – множество элементов вектора выходной информации подсистемы V_4 ; Z_{122} – множество элементов вектора критериев оптимальности подсистемы V_4 ; U_{122} – алгоритм управления подсистемой V_4 (таблица 5).

Таблица 5. Параметры системы управления подсистемой оптимизации качества сигнала ОС (идентификации результатов контроля знаний)

Параметры	Обозначение	Название параметра системы управления
Входная информация X_{122}	Y_{121}^1	Информация о правильных (неправильных) ответах студента
	Y_{121}^2	Информация о фактическом времени, потраченном на правильный ответ
	Y_{112}^2	Уровни сложности ТЗ
	X_{122}^1	Степень сложности различных типов ТЗ
	Y_{112}^3	Эталонное время выполнения ТЗ различной сложности
Выходная информация Y_{122}	Y_{122}^1	Информация о правильных (неправильных) ответах студента
	Y_{122}^2	Информация о фактическом времени, потраченном на правильные ответы
	Y_{122}^3	Фактический процент правильных ответов на тестовые задания в зависимости от степени сложности
	Y_{122}^4	Результирующее количество баллов $Y_{122}^4 = \{Y_{122R}^4, Y_{122F}^4\}$
	R_{s11}^o	Уровень устойчивости знаний
	R_{s10}^o	Коэффициент корреляции между рядами фактического и нормативного времени, потраченного на правильный ответ
Критерий оптимизации и Z_{122}	K_{k1}^T	Объективность
	K_{k2}^T	Адекватность
Алгоритм U_{122}	U_{122}	Алгоритм адаптивной идентификации результатов тестирования

Управление процессом решения данной подсистемы осуществляется с помощью разработанного алгоритма адаптивной идентификации результатов тестирования с учетом динамического коэффициента U_{122} [7], обеспечивающей максимизацию суммы взвешенных составляющих показателя качества технологии организации методики тестового контроля на этапе методологической подготовки УП:

$$Z_{122} = w_{16} \cdot K_{k1}^T + w_{17} \cdot K_{k2}^T \rightarrow \max, \quad (26)$$

путем:

а) Оптимизации показателя *объективности* K_{k1}^T процесса идентификации результатов тестового контроля Y_{122R}^4 за счет обоснования в качестве инструмента оценки степени устойчивости R_{s11}^o знаний коэффициента корреляции R_{s10}^o между рядами фактического Y_{122}^2 и нормативного времени X_{122}^2 , потраченного на правильный ответ;

б) Оптимизации показателя *адекватности* K_{k2}^T процесса идентификации результатов тестового контроля за счет разработки и реализации механизма защиты от "угадывания" EO_UG правильных ответов – использования динамического коэффициента для реализации алгоритма корректировки фактического набранного количества баллов Y_{122F}^4 в зависимости от: величины коэффициента корреляции R_{s10}^o между фактическим Y_{122}^2 и нормативным временем Y_{112}^3 ; уровня сложности вопроса Y_{121}^2 ; степени несоответствия эталону фактического времени, потраченного на правильный ответ:

$$EO_UG = \langle EO_R_{s10}^o, EO_PR, EO_ID \rangle, \quad (27)$$

где $EO_R_{s10}^o$ – лингвистическая переменная, принимающая одно из следующих значений: $EO_R_{s10}^o = \{\text{Противоположная или слабая, Умеренная Средняя и сильная}\}$; EO_PR – эвристическое правило о принятии последующих решений по корректировке тестовых заданий; EO_ID – алгоритм идентификации результатов тестирования (таблица 4).

Таблица 4. Алгоритм адаптивной идентификации результатов тестирования с учетом динамического коэффициента

R_{s10}^o	$EO_R_{s10}^o$	EO_PR	EO_ID	№
$R_{s10}^o < 0,29$	Противоположная или слабая	Малые затраты времени на сложные вопросы и длительные ответы на простые вопросы	$Y_{122R}^4 = \sum_{i=1}^n \left(Y_{122F}^4 * \frac{Y_{122i}^2}{Y_{112i}^3} \right)$	28
$0,3 < R_{s10}^o < 0,49$	Умеренная	«Штрафуются» только слишком быстрые ответы	$Y_{122R}^4 = \sum_{i=1}^n Y_{122F}^4 * \frac{\sum_{i=1}^n Y_{122i}^2}{\sum_{i=1}^m Y_{112i}^2}$	29
$R_{s10}^o > 0,5$	Средняя и сильная	Осмысленное распределение времени на ответы между сложными и простыми вопросами	$Y_{122R}^4 = \sum_{i=1}^n Y_{122F}^4$	30

Поскольку, согласно перечисленным выше требованиям к совершенствованию и интенсификации УП одним из основных является разработка *методов и методологий обучения*, математическая формализация подсистемы V_5 "Индивидуализации УП" может быть записана в следующем виде:

$$f_{131}(X_{131}, Y_{131}, Z_{131}, U_{131}) \rightarrow extr \quad (31)$$

где $X_{131} = \{Y_{111}^1, Y_{111}^2, Y_{112}^1, X_{131}^1\}$ – множество элементов вектора входной

информация подсистемы V_5 ; $Y_{131} = \{Y_{131}^1, Y_{131}^2, Y_{131}^3\}$ – множество элементов вектора выходной информации V_5 ; Z_{131} – множество элементов вектора критериев оптимальности подсистемы V_5 ; U_{131} – алгоритм управления подсистемой V_5 (таблица 5).

Таблица 5. Параметры системы управления подсистемой индивидуализации УП

Параметры	Обозначение	Название параметра системы управления
Входная информация X_{131}	Y_{111}^1	Конспект лекций для самостоятельной работы студентов
	Y_{111}^2	Слайд-конспект для лекционных занятий
	Y_{112}^1	Переработанные вопросы ТЗ
	X_{131}^1	Совокупность учебных элементов, определенных для рассмотрения на текущем занятии
Выходная информация Y_{131}	Y_{131}^1	Результаты предварительного тестирования
	Y_{131}^2	Степень самостоятельного усвоения предварительно полученного УМ
	Y_{131}^3	Скорректированный состав и структуры УМ Y_{111}^2
Критерий оптимизации Z_{131}	K_{k1}^m	Доступность подачи УМ
	K_{k2}^m	Адаптируемость УМ
	K_{k3}^m	Индивидуализация УМ
	K_{k5}^m	Наличие обратной связи УМ
	K_{k3}^u	Адаптируемость ТМ
	K_{k4}^u	Индивидуализация ТМ
	K_{k6}^u	Коррелированность вариантов форм и ТМ
Алгоритм U_{131}	U_{131}	Алгоритм индивидуализации УП

Управление процессом решения данной подсистемы осуществляется с помощью разработанной адаптивной методики индивидуализации УП U_{131} , обеспечивающей максимизацию суммы взвешенных составляющих показателя уровня индивидуализации УП на этапе его методологической подготовки:

$$Z_{131} = w_{18} \cdot K_{k1}^m + w_{19} \cdot K_{k2}^m + w_{29} \cdot K_{k3}^m + w_{20} \cdot K_{k5}^m + w_{21} \cdot K_{k3}^u + w_{22} \cdot K_{k4}^u + w_{23} \cdot K_{k6}^u \rightarrow \max, (32)$$

путем:

а) Оптимизации показателя *доступность* подачи УП K_{k1}^m , а также *коррелированности* вариантов форм и ТМ K_{k6}^u за счет разработки и реализации методики организации процесса предварительного получения структурированного УМ Y_{111}^1 для самостоятельного освоения, который планируется X_{131}^1 рассмотреть на следующем занятии.

в) Оптимизации показателей *адаптируемости* и *индивидуализации* процесса

обучения K_{k2}^m, K_{k3}^m и УМ K_{k3}^u, K_{k4}^u , а также наличия *обратной* K_{k5}^m связи в УП за счет разработки и формализации:

– методики M_{s2}^o, M_{s3}^o проведения в начале текущего учебного занятия предварительного тестирования знаний Y_{131}^1 (алгоритмы U_{122} и U_{123}) с целью определения степени усвоения предварительно полученного УМ $Y_{131}^1 = R_{s9}^o _ P$:

$$R_{s9}^o _ P = \langle EO_SU, EO_AL, EO_SU \rangle, \quad (33)$$

где EO_SU – лингвистическая переменная, принимающая одно из следующих значений: $EO_SU = \{\text{Достаточный уровень усвоения, Удовлетворительный уровень усвоения, Неудовлетворительный уровень усвоения}\}$; EO_AL – продукционное правило определения уровня усвоения:

If if $Y_{122}^3 \geq EO_GR(1)$, then $EO_SU(1)$;

If if $EO_GR(1) < Y_{122}^3 \leq EO_GR(2)$, then $EO_SU(2)$; (34)

else $EO_GR(3)$

где $EO_GR(1), EO_GR(2), EO_GR(3)$ – граничные значения нормативных процентов правильных ответов на ТЗ, соответствующие значениям лингвистической переменной EO_SU ; EO_SU – экспертное заключение о принятии последующих решений по корректировке состава и структуры УМ.

– методики корректировки состава и структуры УМ Y_{111}^2 для группового обсуждения или дополнительной индивидуальной проработки, в зависимости от установленного уровня усвоения УМ $Y_{131}^1 = R_{s9}^o _ P$ студентами текущей группы:

$$Y_{131}^3 = \Psi(Y_{111}^2, R_{s9}^o _ P); \quad (35)$$

Результаты реализации *методов и методологий обучения*, включающих инструменты организации и управления коллективной и индивидуальной учебной деятельностью студентов и использующих инструменты *управляемого мониторинга* позволяют формализовать подсистему V_6 "Оптимизации эффективности усвоения УМ", которая может быть записана в следующем виде:

$$f_{132} (X_{132}, Y_{132}, Z_{132}, U_{132}) \rightarrow extr \quad (36)$$

где $X_{132} = \{Y_{131}^1, Y_{131}^3, Y_{112}^1, X_{131}^1\}$ – множество элементов вектора входной информации подсистемы V_6 ; $Y_{132} = \{Y_{131}^2, R_{s4}^o, R_{s9}^o, R_{s11}^o\}$ – множество элементов вектора выходной информации подсистемы V_6 ; Z_{132} – множество элементов вектора критериев оптимальности V_6 ; U_{132} – алгоритм управления подсистемой V_6 (таблица 6).

Таблица 6. Параметры системы управления подсистемой оптимизации эффективности усвоения УМ

Параметры	Обозначение	Название параметра системы управления
1	2	3
Входная информация X_{132}	Y_{131}^1	Результаты предварительного тестирования
	Y_{131}^3	Скорректированный состав и структуры УМ
	Y_{112}^1	Переработанные вопросы ТЗ

	X_{131}^1	Совокупность учебных элементов, определенных для рассмотрения на текущем занятии
--	-------------	--

Продолжение таблицы 6

1	2	3
Выходная информация Y_{132}	Y_{132}^1	Результаты контрольного тестирования
	R_{s4}^o	Динамика роста знаний
	Y_{132}^2	Степень усвоения УМ
	R_{s11}^o	Степень доступности УМ
Критерий оптимизации Z_{132}	K_{k1}^m	Доступность подачи УМ
	K_{k2}^m	Адаптируемость УМ
	K_{k4}^m	Уровень усвоения УМ
	K_{k5}^m	Наличие обратной связи
Алгоритм U_{132}	U_{132}	Алгоритм оптимизации эффективности УМ

Управление процессом решения данной подсистемы осуществляется с помощью разработанного алгоритма оптимизации эффективности учебного материала U_{132} , обеспечивающей максимизацию суммы взвешенных составляющих показателя уровня эффективности усвоения материала на этапе методологической подготовки УП:

$$Z_{132}^1 = w_{18} \cdot K_{k1}^m + w_{19} \cdot K_{k2}^m + w_{20} \cdot K_{k4}^m + w_{21} \cdot K_{k5}^m \rightarrow \max \rightarrow \max, \quad (37)$$

путем:

а) Оптимизации показателей *адаптируемости* K_{k2}^m , уровня усвоения учебного материала K_{k4}^m и наличия *обратной* K_{k5}^m связи в УП за счет разработки и реализации:

– методики повторного тестирования Y_{132}^1 в конце текущего занятия с целью повышения уровня объективности оценки степени усвоения УМ $Y_{132}^2 = R_{s9}^o \cdot K$ и получения информации о динамике изменения качества и количества знаний R_{s4}^o во времени: $R_{s4}^o = \langle Y_{131}^1, Y_{132}^1, EO_SU, EO_AL \rangle$. (38)

– алгоритма определения уровня доступности R_{s11}^o подачи материала и понятности для студентов определенной для текущего занятия совокупности элементов УМ:

$$EO_DOST = \langle R_{s4}^o, GR_PR_{s11}^o, EO_PR_{s11}^o, EO_AL, EO_PR \rangle, \quad (39)$$

где $GR_PR_{s11}^o = \{GR_PR_{s11}^o(1), GR_PR_{s11}^o(2), GR_PR_{s11}^o(3)\}$ – установленные по результатам экспертных оценок предельные уровни понимания и доступности представления УМ для каждого значения переменной $EO_PR_{s11}^o$; $EO_PR_{s11}^o$ – лингвистическая переменная, принимающая одно из следующих значений уровня понятности УМ: $EO_PR_{s11}^o = \{\text{Стабильное понимание, Стабильное непонимание, Стабильный рост понимания, Спад понимания}\}$; EO_PR – эвристическое правило о принятии последующих решений по корректировке формы подачи или содержания УМ (таблица 7).

Таблица 7. Эвристическое правило о принятии решений по корректировке ТЗ

	$EO_PR_{s11}^o(1)$	$EO_PR_{s11}^o(2)$	$EO_PR_{s11}^o(3)$	$EO_PR_{s11}^o(4)$
$EO_PR(1)$	–	$KOL_STN_{bjz} \leq GR_PR_{s11}^o(12)$	$KOL_VOZ_{bjz} \geq GR_PR_{s11}^o(13)$	$KOL_UB_{bjz} < GR_PR_{s11}^o(14)$
$EO_PR(2)$	–	$GR_PR_{s11}^o(12) < KO$ $L_STN_{bjz} \leq GR_PR_{s11}^o(22)$	$GR_PR_{s11}^o(13) < KOL_VOZ_{bjz}$ $< GR_PR_{s11}^o(23)$	$GR_PR_{s11}^o(14) \leq KOL_UB_{bjz}$ $\leq GR_PR_{s11}^o(24)$
$EO_PR(3)$	–	$KOL_STN_{bjz} > GR_PR_{s11}^o(32)$	$KOL_VOZ_{bjz} \leq GR_PR_{s11}^o(33)$	$KOL_UB_{bjz} > GR_PR_{s11}^o(34)$

Таким образом, формализация математических моделей и структуры информационного взаимодействия и координации подсистем $V^1 = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6\}$ – результатов синтеза 1-го уровня – позволяют реализовать основные задачи и оптимизировать локальные критерии совершенствования управляющих параметров интенсификации УП на уровне его методологической подготовки.

Процедура синтеза 2-го уровня позволила авторам [3] выделить три основные подсистемы $V^2 = \{V_7, V_8, V_9\}$, реализующие основные задачи НИМК ИУП на этапе принятия решений в процессе непосредственно процесса обучения.

На данном этапе предусматривается разработка и формализация авторских *технологий обучения* путем использования современных информационно-коммуникационных технологий и средств обучения, обеспечивающих автоматизированную организацию адаптивного управления УП с использованием идентифицированных на уровне его методологической подготовки математических моделей, алгоритмов управления и информационных связей между подсистемами (1-39).

Математическая формализация данных подсистем V^2 в общем виде может быть представлена следующим образом:

$$f_p^2(X_p^2, Y_p^2, Z_p^2, U_p^2, I_p^2) \rightarrow extr, \quad (40)$$

где X_p^2 – входная информация p -й подсистемы иерархической структуры; Y_p^2 – выходная информация p -й подсистемы; Z_p^2 – локальный критерий оптимальности p -й подсистемы; U_p^2 – алгоритмы решения p -й подсистемы, I_p^2 – информационные технологии, используемые для реализации p -й подсистемы.

При чем, входящие X_p^2 и выходящие Y_p^2 информационные потоки являются результатом синтеза частных информационных потоков подсистем более низкого уровня декомпозиции – 1-го уровня реализации задачи синтеза:

$$X_{11}^2 = X_{111} \wedge X_{112}, Y_{11}^2 = Y_{111} \wedge Y_{112}, \quad (41)$$

$$X_{12}^2 = X_{121} \wedge X_{122}, Y_{12}^2 = Y_{121} \wedge Y_{122}, \quad (42)$$

$$X_3^2 = X_{131} \wedge X_{132}, Y_3^2 = Y_{131} \wedge Y_{132}. \quad (43)$$

Локальные критерии Z_p^2 полученных подсистем 2-го уровня синтеза формируются путем выполнения операций объединения элементов множеств

частных критериев подсистем 1-го уровня, а также множества критериев оптимизации используемых ИТ:

1) Целью функционирования V_7 – "Подсистемы оптимизации качества УМ" является достижение экстремума значений показателей:

$$Z_{11}^2 = (w_1^2 \cdot K_{k1}^u + w_2^2 \cdot K_{k2}^u + w_3^2 \cdot K_{k5}^u + w_4^2 \cdot K_{k6}^u) + (w_5^2 \cdot K_{k1}^o + w_6^2 \cdot K_{k2}^o + w_7^2 \cdot K_{k3}^o + w_8^2 \cdot E_{k8}^I) + (w_9^2 \cdot K_{k4}^u + w_{10}^2 \cdot K_{k3}^u) + (w_{11}^2 \cdot E_{k2}^I + w_{12}^2 \cdot (E_{k3}^I + E_{k7}^I) + w_{13}^2 \cdot E_{k5}^I + w_{14}^2 \cdot E_{k6}^I) \rightarrow extr \quad (54)$$

а) *Качества* УМ Z_{111} , реализуемого на уровне его подготовки E_{r1}^u (1-8).

б) *Качества* ТМ Z_{121}^1 и Z_{121}^{12} , реализуемого на уровне его подготовки E_{r1}^u (9-20).

в) *Адаптируемости* K_{k3}^u и *индивидуализации* K_{k4}^u УМ, реализуемых на этапе индивидуализации УП U_{131} (33-35).

г) *Эффективности* использования ИТ I_{11}^2 , а именно:

–максимально эффективной *интеграции* в существующую учебную информационную среду E_{k6}^I , выражающейся в целесообразности разработки и использования программных продуктов на базе универсальных офисных технологий *MS Office* и встроенного языка программирования *VBА*;

–*защищенности* УМ E_{k5}^I с помощью средств шифрования и дешифрования базы ТЗ;

–*минимизации* ресурсов памяти E_{k2}^I путем размещения базы УМ на сервере;

–*сетевой* организации и использования Интернет-технологий E_{k3}^I , выражающейся в использовании технологии *мобильной* E_{k7}^I обучающей системы, реализующей технологию хранения и использования кратковременного сеанса передачи базы тестовых заданий с сервера, который размещен в *Internet*-сети, средствами беспроводной связи.

2) Целью функционирования V_8 – "Подсистемы оптимизации качества функционирования ОС" – является достижение экстремума значений показателей:

$$Z_{12}^2 = (w_{15}^2 \cdot K_{k1}^T + w_{16}^2 \cdot K_{k2}^T + w_{17}^2 \cdot K_{k3}^T + w_{18}^2 \cdot K_{k4}^T + w_{19}^2 \cdot K_{k5}^T + w_{20}^2 \cdot K_{k6}^T) + (w_{21}^2 \cdot E_{k1}^I + w_{22}^2 \cdot E_{k2}^I + w_{23}^2 \cdot E_{k3}^I + w_{24}^2 \cdot E_{k5}^I + w_{25}^2 \cdot E_{k6}^I + w_{25}^2 \cdot E_{k7}^I + w_{25}^2 \cdot E_{k8}^I) \rightarrow \max, \quad (55)$$

а) *Качества* технологии тестового контроля, а именно организации тестового сеанса Z_{121} (22-24) и идентификации результатов тестирования Z_{122} (25-30);

б) *Эффективности* использования ИТ I_{12}^2 , а именно:

– *модульности* E_{k1}^I , реализующейся в разработке как минимум двух модулей систем тестирования: "*Модуль-Преподаватель*" и "*Модуль-Студент*" для разграничения функций пользователей и целевого назначения программной оболочки;

– *многовариантности* E_{k4}^I , выражающейся в возможности использования системы тестирования для проведения:

Вариант 1. Итогового I_{z1}^o или *промежуточного* I_{z2}^o контроля знаний (в составе адаптивной методики проведения тестового контроля знаний студентов U_{121}) (23-24).

Вариант 2. Измерение качества ТМ I_{z4}^o , как элемента обучения I_{z3}^o и адаптации I_{z5}^o УП, а также измерение уровня эффективности обучения I_{z6}^o (в составе адаптивной методики индивидуализации УП U_{I31} и оптимизации эффективности УМ U_{I32}) (31-39).

Вариант 3. Адаптации I_{z5}^o УП путем реализации индивидуальной конфигурации для организации мобильного тестирования даже при отсутствии студента (по уважительной причине). В данном случае передача базы данных и тестовой оболочки будет производиться путем организации кратковременной связи через радио-модем или *Internet-сеть* E_{k7}^I . С целью предотвращения возможности подсказок в процессе тестирования, сеанс может сопровождаться видеозаписью (например, с помощью программного компонента *MS Office* – программы *MS OneNote*) с дальнейшим возвращением данной видеозаписи вместе с базой данных и оболочкой тестирования.

– защищенности E_{k5}^I и минимизации ресурсов памяти E_{k2}^I , состоящих в использовании изолированной базы данных УМ и, в частности, базы ТЗ, хранящейся с максимальной степенью конфиденциальности на удаленном сервере E_{k3}^I в сети *Internet* E_{k7}^I , с последующей идентификацией закодированных персональных результатов тестирования непосредственно на удаленном сервере без вмешательства лиц, принимающих экзамен;

– максимально эффективной интеграции в существующую учебную информационную среду E_{k6}^I путем разработки унифицированной системы компьютерного тестирования средствами программирования *VBA MS Access*, причем файлы базы данных ТЗ и программной оболочки тестирования имеют одинаковый тип файла *.accdb.

3) Целью функционирования V_8 – "Подсистемы оптимизации качества методики обучения" является достижение экстремума значений показателей:

$$Z_{13}^2 = (w_{27}^2 \cdot K_{k1}^m + w_{28}^2 \cdot K_{k2}^m + w_{29}^2 \cdot K_{k3}^m + w_{30}^2 \cdot K_{k4}^m) + (w_{31}^2 \cdot K_{k5}^m + w_{32}^2 \cdot K_{k2}^m) + (w_{33}^2 \cdot K_{k3}^u + w_{34}^2 \cdot K_{k4}^u + w_{35}^2 \cdot K_{k6}^u) + (w_{36}^2 \cdot E_{k1}^I + w_{37}^2 \cdot E_{k2}^I + w_{38}^2 \cdot E_{k3}^I + w_{39}^2 \cdot E_{k4}^I + w_{40}^2 \cdot E_{k5}^I + w_{41}^2 \cdot E_{k6}^I) \rightarrow extr \quad (56)$$

а) Качества методики преподавания Z_{131}^1 и Z_{132}^1 , реализуемого на уровне ее разработки и подготовки E_{r1}^u (31-39).

б) Универсальности и эффективности процесса обучения K_{k2}^m , предполагающих предоставление системой в возможности корректировки состава и структуры УМ с учетом индивидуального уровня знаний студентов и специфики форм обучения K_{k5}^m – дневной, вечерней, заочной (с помощью адаптивной методики индивидуализации УП U_{I31} и минимизации времени оптимизации эффективности усвоения УМ U_{I32}) (31-39).

в) Адаптируемости и индивидуализации УМ K_{k3}^u, K_{k4}^u , а также коррелированности вариантов форм и ТМ K_{k6}^u (в составе адаптивной методики индивидуализации УП U_{I31} и оптимизации эффективности усвоения УМ U_{I32}) (31-39).

г) Эффективности использования ИТ I_{13}^2 :

– модульности E_{k1}^I , реализующейся в разработке отдельных обучающих

модулей: "Модуль-Преподаватель" и "Модуль-Студент" для разграничения функций пользователей и целевого назначения обучающей оболочки;

- *многовариантности* E_{k4}^I , выражающейся в возможности настройки режимов адаптации обучающей системы с учетом группового или индивидуального уровня знаний и умений студентов;

- *защищенности* E_{k5}^I и *минимизации* ресурсов памяти E_{k2}^I , состоящих в использовании изолированной базы данных УМ и, в частности, базы ТЗ, хранящейся с максимальной степенью конфиденциальности на удаленном сервере E_{k3}^I в сети *Internet* E_{k7}^I , с последующей идентификацией закодированных персональных результатов тестирования непосредственно на удаленном сервере без вмешательства лиц, принимающих экзамен;

- максимально эффективной *интеграции* в существующую учебную информационную среду E_{k6}^I путем разработки унифицированной системы обучения средствами программирования *VBA MS Word* и *MS PowerPoint* (конспекты лекций), а также *MS Access* (оболочка тестового контроля и база ТЗ).

Системная разработка и функционирования локальных подсистем оптимизации качества основных элементов совершенствования и интенсификации УП – *технологий обучения* V_7, V_8, V_9 путем использования современных информационно-коммуникационных технологий и средств обучения, обеспечивающих автоматизированную организацию *содержательной части учебного процесса* V_1, V_2 , *управляемого мониторинга качества знаний* V_3, V_4 и *методов и методологий обучения* V_5, V_6 гарантирует достижение экстремума главного критерия поставленной задачи – реализации стратегии интенсификации и совершенствования качества УП в ВУЗе посредством внедрения в него современных кибернетических подходов и ИТ:

$$Z^3 = Z_{11}^2 \wedge Z_{12}^2 \wedge Z_{13}^2 = w_1^3 \cdot K_k^u + w_2^3 \cdot K_k^m + w_3^3 \cdot K_k^o + w_4^3 \cdot K_k^T + w_5^3 \cdot E_k^I \rightarrow extr. \quad (57)$$

Выводы

Авторами статьи предложена методика разработки теоретических основ применения кибернетического подхода к математической формализации и синтезу частных критериев подсистем НИМК ИУП с использованием ИТ [3], которая характеризуется:

- наличием научной концепции и системного обоснования достижения цели интенсификации УП путем оптимизации интегрированной целевой функции;

- повышением эффективности УП за счет разработки инновационных методологий рационализации использования человеческих и технических возможностей;

- оперативной и качественной системой управляемого мониторинга уровня и качества знаний обучаемых, обеспечивающей достоверность и адекватность функционирования ОС и выработки эффективных корректирующих управленческих решений;

- адаптивной методологией обучающего процесса, позволяющей гарантировать планируемый уровень знаний для студентов различного уровня подготовки и форм обучения.

Список литературы: 1. Технологии интенсификации учебного процесса в образовательном учреждении: диссертация ... кандидата педагогических наук: 13.00.01 / Безбородова Светлана Валентиновна; [Место защиты: Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т] - Нижний Новгород, 2008 - 206 с. 2. Безбородова С.В., Котляр Л.М. Технология интенсификации учебного процесса в средней профессиональной школе в условиях модернизации образования // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12 – С. 352-354. 3. Ризун Н.О. Кибернетический поход к построению научно-инновационного многоуровневого комплекса интенсификации учебного процесса в вузе (Аспект структуризации системы) / Н.О. Ризун // "Східно-Європейський журнал передових технологій", № 4/9 (52), 2011 р. – С.65-69. 4. Ризун Н.О. Эвристический алгоритм совершенствования технологии оценки качества тестовых заданий. "Східно-Європейський журнал передових технологій", №3/11 (45), 2010 р. – с.40-49. 5. Ризун Н.О. Концепция построения экспертной системы поддержки принятия решений по управлению учебным процессом в ВУЗе. / Ризун Н.О. // Вісник НТУ "ХПИ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2011. – № 17. – С. 135 – 142. 6. Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. Спосіб проведення комп'ютерного тестування знань студентів. [Текст]: патент на корисну модель 58657 Україна: МПК G06F 7/00; Замовник та патентовласник: Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. □ № u 2010 09376, заявл. 26.07.2010, опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8, 2011 р. – 14 с. 7. Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. Спосіб виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні [Текст]: патент на корисну модель № 51559 Україна: МПК G06F 7/00; Замовник та патентовласник: Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. □ № u 200913726, заявл. 28.12.2009, опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14, 2010 р.

Поступила в редколлегию 21.07.2011

УДК 621.391

А. В. ПЕРСИКОВ, доц., ХНУРЭ, Харьков

А. С. ЕРЕМЕНКО, с.н.с, канд. техн. наук, ХНУРЭ, Харьков

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ТРАФИКА NGN

В статті аналізуються недоліки сучасних систем криптографічного захисту трафіку. Розглядаються питання розробки системи оцінювання ефективності впровадження нових алгоритмів та модифікації мережевих протоколів із урахуванням параметрів, які задаються в згоді про якість обслуговування.

Ключові слова: криптографія, керування, алгоритм, трафік

В статье анализируются недостатки современных систем криптографической защиты трафика. Рассматриваются вопросы разработки системы оценивания эффективности внедрения новых алгоритмов и модификации сетевых протоколов с учетом параметров, задаваемых в соглашении о качестве обслуживания.

Ключевые слова: криптография, управление, алгоритм, трафик

In the article the shortcomings of modern cryptographic systems for the traffic security are analyzed. The issues of development assessment system efficiency of the implementation of new algorithms and modifying network protocols within the parameters defined in the agreement about the quality of service are considered.

Key words: cryptography, control, algorithm, traffic

Введение